

METHOD FOR PROCESSING PICTURE

Patent Number: JP10003539
Publication date: 1998-01-06
Inventor(s): TAGUCHI JUNICHI;; KIDO KUNIIHIKO;; SANO
Applicant(s): HITACHI LTD;; HITACHI MEDICAL CORP
Requested Patent: ☐ JP10003539
Application JP19960157895 19960619
Priority Number(s):
IPC Classification: G06T5/20
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve precision for detecting the minimum changing direction of the original structure of a picture when it is difficult to detect the original structure of the picture due to a noise, to reduce moire after smoothing, and to correct excessive smoothing.

SOLUTION: A luminance changing vector using a value obtained by evaluating luminance change in each direction as a component value is generated 101 for each point of an input picture, and a blurred luminance changing vector is generated by vector-adding the adjacent luminance changing vector in a prescribed distance by prescribed weighting 102. Then, a minimum changing direction map is generated by searching a direction in which the component value of the blurred luminance changing vector is minimized 103, and data smoothed one-dimensionally in the minimum changing direction are generated 104. Then, data smoothed one-dimensionally in a direction shifted from the minimum changing direction at a prescribed angle are generated 105, and the variously weighted mean of the both data is operated according to the size of the luminance change in the neighborhood of each point 106. The weighted mean of the above processed picture and the input picture is operated, and the final processed picture is obtained 107.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-3539

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月6日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 T 5/20

G 0 6 F 15/68

4 1 0

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-157895

(22) 出願日 平成8年(1996) 6月19日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000153498

株式会社日立メディコ

東京都千代田区内神田1丁目1番14号

(72) 発明者 田口 順一

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

(72) 発明者 木戸 邦彦

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株

式会社日立製作所システム開発研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

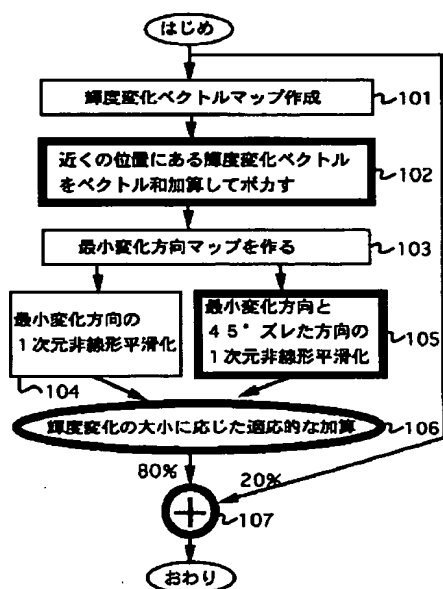
(54) 【発明の名称】 画像処理方法

(57) 【要約】

【課題】ノイズによって画像本来の構造を検出しにくい場合に、画像の本来ある構造の最小変化方向を検出する精度を向上する。また、平滑化後のモアレを低減し、平滑化のしすぎも是正する。

【解決手段】入力画像の各点について、ステップ101で各方向の輝度変化を評価した値を成分値とする輝度変化ベクトルを作成し、ステップ102で所定の距離にある近傍の輝度変化ベクトルを所定の重みでベクトル加算してボケた輝度変化ベクトルを作成する。ステップ103でボケた輝度変化ベクトルの成分値が最小となる方向を探して最小変化方向マップを作成し、ステップ104で最小変化方向に1次元の平滑化をしたデータを作成する。ステップ105で最小変化方向と所定の角度ずれた方向に1次元の平滑化をしたデータを作成し、ステップ106で各点近傍の輝度変化の大小に応じて両データの重みを変えた平均をする。ステップ107で以上の処理画像と入力画像の重み付け平均をして最終処理画像を得る。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】画像の各点において、複数の所定方向についてそれぞれ画像の輝度変化の大きさを評価する値を計算し、該複数の所定方向の該輝度変化値を成分値とする輝度変化ベクトルをそれぞれの該画像各点について作成し、

該画像各点における該輝度変化ベクトルについて、所定の距離にある近傍の該輝度変化ベクトルを所定の重みでベクトル加算してボケた輝度変化ベクトルをそれぞれの該画像各点において作成し、

該画像各点において、該ボケた輝度変化ベクトルの成分値が最小となる方向を最小変化方向としてそれぞれ求め、

該画像各点において、それぞれの該最小変化方向に1次元の平滑化をすることを特徴とする画像処理方法。

【請求項2】画像の各点において、複数の所定方向についてそれぞれ画像の輝度変化の大きさを評価する値を計算し、該複数の所定方向の該輝度変化値を成分値とする輝度変化ベクトルをそれぞれの該画像各点について作成し、

該画像各点における該輝度変化ベクトルについて、所定の距離にある近傍の該輝度変化ベクトルを所定の重みでベクトル加算してボケた輝度変化ベクトルをそれぞれの該画像各点において作成し、

該画像各点において、該ボケた輝度変化ベクトルの成分値が最小となる方向を最小変化方向としてそれぞれ求め、

該画像各点において、それぞれの該最小変化方向に1次元の平滑化をし、

該画像各点において、それぞれの該最小変化方向と所定の角度ずれた方向に1次元の平滑化をし、

該画像各点において、各点近傍の輝度変化を捉えた量を計算し、該輝度変化の量を捉えた値に応じて、該最小変化方向に平滑化した値と該最小変化方向と所定の角度ずれた方向に平滑化した値の重みを変えた重み付け平均を行うことを特徴とする画像処理方法。

【請求項3】請求項2に記載の画像処理方法において、上記所定の角度は、45度であることを特徴とする画像処理方法。

【請求項4】請求項2または3に記載の画像処理方法において、

上記各点近傍の輝度変化を捉えた量として、該輝度変化ベクトルの成分和を採用することを特徴とする画像処理方法。

【請求項5】画像の各点において、複数の所定方向についてそれぞれ画像の輝度変化の大きさを評価する値を計算し、該複数の所定方向の該輝度変化値を成分値とする輝度変化ベクトルをそれぞれの該画像各点について作成し、

該画像各点における該輝度変化ベクトルについて、所定

の距離にある近傍の該輝度変化ベクトルを所定の重みでベクトル加算してボケた輝度変化ベクトルをそれぞれの該画像各点において作成し、

該画像各点において、該ボケた輝度変化ベクトルの成分値が最小となる方向を最小変化方向としてそれぞれ求め、

該画像各点において、それぞれの該最小変化方向に1次元の平滑化をし、

10 該画像各点において、それぞれの該最小変化方向と所定の角度ずれた方向に1次元の平滑化をし、

該画像各点において、各点近傍の輝度変化を捉えた量を計算し、該輝度変化の量を捉えた値に応じて、該最小変化方向に平滑化した値と該最小変化方向と所定の角度ずれた方向に平滑化した値の重みを変えた重み付け平均を行い、

重み付け平均を行った値と該入力画像の重み付け平均を行うことを特徴とする画像処理方法。

【請求項6】画像の各点において、近傍の点の輝度値を所定の重みで加算してボケた画像を作成し、

20 該ボケ画の各点において、複数の所定方向についてそれぞれボケ画像の輝度変化の大きさを評価する値を計算し、該複数の所定方向の該輝度変化値を成分値とする輝度変化ベクトルをそれぞれの該ボケ画像の各点について作成し、

該ボケ画像各点において、該輝度変化ベクトルの成分値が最小となる方向を最小変化方向としてそれぞれ求め、該ボケ画の各点と対応する該画像の各点において、それぞれの該ボケ画の最小変化方向に該画像の1次元の平滑化をし、

30 該画像各点において、それぞれの該最小変化方向と所定の角度ずれた方向に1次元の平滑化をし、

該画像各点において、各点近傍の輝度変化を捉えた量を計算し、該輝度変化の量を捉えた値に応じて、該最小変化方向に平滑化した値と該最小変化方向と所定の角度ずれた方向に平滑化した値の重みを変えた重み付け平均を行うことを特徴とする画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像のボケや濃度むらを起こさずにノイズを低減する画像処理に関する発明である。

【0002】

【従来の技術】ノイズを低減させる発明として、本出願人が先に出願した(1)特願平6-305888号および(2)特願平7-13479号がある。

【0003】上記従来技術(1)は、画像の各点で、複数の所定方向についてそれぞれ画像の輝度変化の大きさを評価した輝度変化ベクトルを作成し、その輝度変化ベクトルの成分値が最小となる最小変化方向を画像の各点毎に求め、その最小変化方向に1次元の非線形平滑化を

3

行うものである。以上の手順を図2に図示した。図2に示した手順では、ステップ101で画像各点の輝度変化ベクトルを表した輝度変化ベクトルマップを作成し、ステップ113で各点の輝度変化ベクトルから最小変化方向マップを作成し、ステップ104で最小変化方向に1次元の平滑化を行った。

【0004】上記従来技術(2)は、入力画像をボカしたボケ画像を作成し、ボケ画の輝度変化ベクトルの成分値が最小となる最小変化方向を見つけ、ボケ画の最小変化方向に1次元非線形平滑化を行うものである。ボケ画の最小変化方向を検出するので、ノイズの多い画像では画像の緩やかなエッジ部で、ノイズとしてよごれた部分を無視した場合の画像本来の構造としてある最小変化方向を見つける場合が多くなり、平滑化後の画像のエッジがきれいに見える効果がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来技術(2)においては、最小変化方向の検出精度が、どの程度までノイズを低減できるかに結びつく。しかし、従来技術(2)においては、検出精度をあげることにについては、あまり考慮されていない。

【0006】また、従来技術(1)および(2)のみの問題ではないが、画像平坦部にモアレが発生するとの問題もある。

【0007】さらに、画像処理で画像の平滑化をしすぎる場合があるとの問題もある。平滑化をしすぎると、画像の濃淡の差があまりでず、各部分を区別しづらくなる。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の問題点を解決するために以下の構成とした。特に、上記の第1の課題を解決するために、入力画像のボケ画を作る代わりに、入力画像の輝度変化ベクトルをボカした。すなわち、近傍の輝度変化ベクトルどうして所定の重み付きのベクトル加算を行い、ボケた輝度変化ベクトルを作成してその成分値が最小となる方向を最小変化方向とした。輝度変化ベクトルをボカすと、画像をボカすよりも画像本来の構造を反映しやすく、加算する最の重みも画像をボカす時よりも小さい値で効果が現れ、微少な構造も捉える可能性が多くなる。

【0009】また、特に上記の第2の課題を解決するために、最小変化方向の1次元平滑化だけでなく、最小変化方向と45度ずれた方向の1次元平滑化も行った。画像のエッジ部分では、最小変化方向と45度ずれた方向の平滑化データは画像のエッジ構造を損なうため、画像の各点で近傍の輝度変化を捉えた量を計算し、その点が画像のエッジにあるか平坦な位置にあるのかを判定してエッジの度合いを求め、エッジの度合いに応じて、最小変化方向に平滑化したデータと、最小変化方向と45度ずれた方向に平滑化したデータの重み付き平均を行った。

4

エッジの度合いが強いと最小変化方向に平滑化したデータの割合が多くなり、エッジの度合いが少ないと45度ずれた方向に平滑化したデータの割合を増やすように重み付けの平均を行う。以上により、エッジ部は、最小変化方向に平滑化したきれいな印象を与えるデータが採用され、平坦部はモアレのない45度ずれた方向に平滑化したデータを含む値が採用されてモアレが少なくなる。

【0010】さらに、特に上記の第3の課題を解決するために、本発明第2の課題を解決する手段を行った操作後の出力画像と入力画像の重み付き平均を行った。入力画像を加えることにより、本発明第2の課題を解決する手段を行った操作後の出力画像が平滑化をしすぎた場合にそれを是正することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。なお、実施例は画像処理を行う機能を有する装置において、画像処理の処理手順として説明しているが、この処理を行うものであれば、ソフトウェアまたはハードウェアのいずれで構成してもよい。

【0012】まず、第1の実施例について説明する。第1の実施例は、特に最小変化方向の検出精度をあげるためのものである。

【0013】この手順を図3を用いて説明する。まず、ステップ101で、輝度変化ベクトルマップを作成する。具体的には、入力画像の各点において、複数の所定方向についてそれぞれ入力画像の輝度変化の大きさを評価する値を計算し、計算によって得られた各々の方向の輝度変化値をベクトルの成分値とする輝度変化ベクトルを入力画像各点について作成して輝度変化ベクトルマップを作る。

【0014】次に、ステップ102で、所定の輝度変化ベクトルをボカす。具体的には、入力画像の各点において、所定の距離にある近傍の輝度変化ベクトルを所定の重みでベクトル加算してボケた輝度変化ベクトルを作成してボケた輝度変化ベクトルマップを作る。

【0015】次に、ステップ103で、最小方向マップを作る。入力画像の各点において、ボケた輝度変化ベクトルの成分値が最小となる方向をそれぞれ求めて、画像各点における最小変化方向を所定の数字で示した最小変化方向マップを作成する。

【0016】最後に、ステップ104で、入力画像各点において、ステップ103で求めたそれぞれの最小変化方向に1次元の非線形平滑化をする。

【0017】本実施例での特徴的なステップは、ステップ102がある。また、図2ではステップ113で輝度変化ベクトルから最小変化方向マップを作成したが、本発明の図3ではステップ103でボケた輝度変化ベクトルから最小変化方向マップを作成したが点が異なる。また、従来技術(2)では、画像にボケ操作を行ったが、本発明では輝度変化ベクトルにボケ操作を行った点が異

5

6

なる。これらの相違点に起因して、本実施例では、より検出精度をあげることができる。

【0018】次に、各ステップの処理の詳細を説明する。まず、ステップ101について説明する。輝度変化*

*ベクトルを求める計算式は各種考えられるが、代表的な方法を2つ示す。

【0019】

【数1】

$$S[d][j][i] = \sum_{k=-k_{\max}}^{k_{\max}} \text{abs}(\text{dir}(I[j][i], d, k) - I[j][i]) \quad \dots (\text{数1})$$

【0020】

※ ※ 【数2】

$$S[d][j][i] = \sum_{k=-k_{\max}}^{k_{\max}} \text{abs}(\text{dir}(I[j][i], d, k) - I[j][i]) * (\text{dir}(I[j][i], d, k) - I[j][i]) \quad \dots (\text{数2})$$

【0021】ただし、 $I[j][i]$ は入力画像の*i*行*j*列の点における輝度値を意味し、 $\text{dir}(I[j][i], d, k)$ は、入力画像の*i*行*j*列の点から*d*方向に*k*サンプリング点行った点における輝度値を意味し、 abs は絶対値を取ることを意味し、 k_{\max} は輝度変化を評価する長さを意味する。 $S[d][j][i]$ は、*i*行*j*列の点における*d*方向の輝度変化の値を意味し、数1の計算式と数2の計算式の2通りを示した。どちらで計算しても最終的に得られる出力画像の画質に大差はない。

【0022】輝度変化を計算する方向は、4方向（上下、左右、斜め右、斜め左）や8方向、16方向など各種あるが、図5と図6に8方向で各方向に9点取る場合（中心からそれぞれ4点先まで取る場合で、 $k_{\max}=4$ ）について図示した。図5は画像の画素にない点を補間して求める場合の図であり、図6は補間点を上下左右に最も近い点で代用した場合につて示したものである。★

★【0023】輝度変化を計算する方向を8方向にする場合は、方向を示す数字の*d*は、たとえば1から8の整数値で表される。この場合、*i*行*j*列の点において、 $S[d][j][i]$ は*d*が8種類あるので、成分数が8のベクトルであるとみなすことができる。このよう*i*行*j*列の点において、各方向の輝度変化値を成分値としたベクトルを*i*行*j*列の輝度変化ベクトルと呼ぶことにする。また、画像の全ての点で輝度変化ベクトルを求めたものを、輝度変化ベクトルマップと呼ぶことにする。次に、ステップ102の具体的な方法について説明する。輝度変化ベクトルの重み付きのベクトル和をしてボケた輝度変化ベクトルを作る具体例はたくさんある。以下の数3に一般的な形を記す。

【0024】

【数3】

$$S2[d][j][i] = \sum_{j_1=-j_m}^{j_m} \sum_{i_1=-i_m}^{i_m} w[j_1][i_1] S[d][j+j_1][i+i_1] \quad \dots (\text{数3})$$

【0025】ただし、 $S[d][j+j_1][i+i_1]$ は、*i+i_1*行*j+j_1*列の点における輝度変化ベクトルの*d*方向の成分値を示し、 $S2[d][j][i]$ は、*i*行*j*列の点におけるボケた輝度変化ベクトルの*d*方向の成分値を示す。 i_m は行の、 j_m は列のボカす最の範囲を示す。 $w[j_1][i_1]$ はボカす最の重みであり、具体的な数値は各種ある。例えば、 $i_m=j_m=1$ の時、 $w[0][0]$ が1/2、他の $w[j_1][i_1]$ が1/16とする☆

☆となどができる。

【0026】次に、ステップ103の操作を示す数式について説明する。ボケた輝度変化ベクトルの成分が最小値となる方向を求めることを数式で示す。

【0027】

【数4】

$$d_{\min}[j][i] = \min \text{dir}(S2[d][j][i]) \quad 1 \leq d \leq d_n \quad \dots (\text{数4})$$

【0028】ただし、方向は、数値で表現すると1から d_n 方向あるとし、 $\text{mindir}(S2[d][j][i])$ は、ボケた輝度変化ベクトル $S2[d][j][i]$ の各成分（ $S2[1][j][i]$ から $S2[d_n][j][i]$ まで）の中で最小値となる方向を求めることを意味する。最小値を持つ方向が2つ以上ある場合は、方向を数字として表した時の数値の少ない方向としてもよいし、逆に大きい数値の方向としてもどちらでも構わない。 $d_{\min}[j][i]$ は、以上のようにして求められた*i*行*j*列における最小変化方向を数値で表現◆

40◆したものである。画像の全ての点で最小変化方向を求めたものを最小変化方向マップと呼ぶことにする。

【0029】次に、ステップ104の具体的な方法について説明する。最小変化方向の1次元の非線形平滑化を行う具体的な方法は各種ある。その一例を以下の数5～数8に示す。

【0030】

【数5】

$$H \min[j][i] = (1 - f[j][i]) * f[j][i] + f[j][i] * H0[j][i] \quad \dots (\text{数5})$$

【0031】

* * 【数6】

$$H0[j][i] = \sum_{k=-k_{\max}}^{k_{\max}} \text{dir}(I[j][i], d_{\min}[j][i], k) \quad \dots (\text{数6})$$

【0032】

※ ※ 【数7】

$$f[j][i] = \sigma_0^* \sigma_0 / (\sigma_0^* \sigma_0 + \alpha^* \alpha^* \sigma[j][i] \sigma[j][i]) \quad \dots (\text{数7})$$

【0033】

★ ★ 【数8】

$$\sigma[j][i] \sigma[j][i] = \sum_{k=-k_{\max}}^{k_{\max}} (\text{dir}(I[j][i], d_{\min}[j][i], k) - H0[j][i]) * (\text{dir}(I[j][i], d_{\min}[j][i], k) - H0[j][i]) \quad \dots (\text{数8})$$

【0034】ただし、 $I[j][i]$ は入力画像の*i*行*j*列の点における輝度値を意味し、 $\text{dir}(I[j][i], d_{\min}[j][i], k)$ は、入力画像の*i*行*j*列の点からステップ103で求めた最小変化方向である $d_{\min}[j][i]$ 方向に*k*サンプリング点行った点における輝度値を意味し、 k_{\max} は平滑化を行う長さを意味し、 $H_{\min}[j][i]$ は、*i*行*j*列の点における平滑化後の出力値を意味し、 σ_0 は入力画像のノイズの標準偏差に比例する量を計算した値を意味し、 α は平滑化の程度を決める所定の値である。なお、 σ_0 ☆

☆の計算の仕方は各種あり、例えばノイズ部とみなせる画像の端の小さな領域の輝度の2乗平均の平方根を用いてもよいし、画像各点における近傍の点の中で最も変位の小さい値の平均値を用いてもよい。

【0035】最小変化方向の1次元の非線形平滑化を行う他の例として以下の数9～数14を示す。

【0036】

【数9】

$$H_{\min}[j][i] = \sum_{k=-k_{\max}}^{k_{\max}} w[k][j][i] \text{dir}(I[j][i], d_{\min}[j][i], k) \quad \dots (\text{数9})$$

【0037】

$$w[k][j][i] = u[k][j][i] / u_t[k][j][i] \quad \dots (\text{数10})$$

【0038】

◆【0039】ここで、 $k=0$ の時は(数12)、 $k \geq 1$ の時は(数13)、 $k \leq -1$ の時(数14)の通りとなる。

【数11】

$$u_t[k][j][i] = \sum_{k=-k_{\max}}^{k_{\max}} u[k][j][i] \quad \dots (\text{数11})$$

30

$$u[0][j][i] = 1 \quad \dots (\text{数12})$$

【0041】

【数13】

$$u[k][j][i] = u[k-1][j][i] / (1 + (\text{dir}[j][i], k) / (\alpha^* \sigma_0))^{\beta} \quad \dots (\text{数13})$$

【0042】

* * 【数14】

$$u[k][j][i] = u[k+1][j][i] / (1 + (\text{dir}[j][i], k) / (\alpha^* \sigma_0))^{\beta} \quad \dots (\text{数14})$$

【0043】ただし、 $I[j][i]$ は入力画像の*i*行*j*列の点における輝度値を意味し、 $\text{dir}(I[j][i], d_{\min}[j][i], k)$ は、入力画像の*i*行*j*列の点からステップ103で求めた最小変化方向である $d_{\min}[j][i]$ 方向に*k*サンプリング点行った点における輝度値を意味し、 k_{\max} は平滑化を行う長さを意味し、 $H_{\min}[j][i]$ は、*i*行*j*列の点における平滑化後の出力値を意味し、 σ_0 は入力画像のノイズの標準偏差に比例する量を計算した値を意味し、 α は平滑化の程度を決める所定の値であり、 β は平滑化の寄与を決める所定のパラメータ値である。

【0044】以上の他にも、最小変化方向の1次元非線形平滑化を行う方法は各種ある。例えば所定の点数の1次元データの中から中間値を選ぶこともできる。また、※50

※入力データが0と1の2値画像で出力も0が1を取るような場合は、1次元データの中から数の多い方の値を選ぶことなどもできる。

【0045】ここで、図3で示した手順と同じ結果を得る手順も各種存在する。例えば、ステップ102でボケた輝度変化ベクトルを各点毎に求め、ボケた輝度変化ベクトルのマップを作ったが、ステップ102でステップ103の操作も同時に行い、ボケた輝度変化ベクトルを求める最にその成分値が最小値となる方向も求めて、最小変化方向マップを作り、ボケた輝度変化ベクトルのマップを不要にすることもできる。同様に、ステップ104で行う非線形平滑化をステップ103で最小変化方向を求めた直後に行い、最小変化方向マップを不要にする

ことなどもできる。また、ステップ104では、非線形平滑化を行ったが、単に最小変化方向の1次元の和を取った平滑化などを行うことができる。

【0046】次に、本発明の第2の実施例について説明する。第2の実施例は、特に画像の平坦部に発生するモアレを低減することに主眼がおかれている。図4のその手順を示す。以下、図4の番号をステップ番号として説明する。なお、ステップ101～ステップ104までは、第1の実施例（図3に示した内容）と同一のため、説明を省略する。

【0047】ステップ105では、入力画像各点において、ステップ103で求めたそれぞれの最小変化方向と所定の角度ずれた方向に1次元の非線形平滑化をする。

【0048】次に、ステップ106では、入力画像各点において、各点近傍の輝度変化を捉えた量を計算し、そ*

$$dminshift[j][i] = (dmin[j][i] + dshift - 1 + dn) \% dn + 1 \quad \dots (\text{数} 15)$$

ただし、 $A \% B$ はAをBで割った時の余りを意味する。

【0051】ずらす角度を数値で示したdshiftは各種設定できる。例えば、dnが8の時はdshiftが1の方向に平滑化するとが画像の平坦部のモアレがわずかに残り、dshiftが2（つまり45度ずれた場合）は画像平坦部のモアレが完全に消える。dshiftが3、4となるにつれ画像のエッジ部のボケが激しくなる。従って、45度ずれた方向に平滑化するのが最も適切であると考えられるが、極端な角度依存性はなく、45度以外の角度でも良好な結果を得ることができる。なお、平滑化はステップ104で用いたものを用いてもよいし、別のものを用いてもよい。

【0052】次に、ステップ106の具体的な方法について説明する。入力画像各点近傍の輝度変化を捉えた量の具体的な計算は各種ある。例えば、自身の点と近傍の8点の9点を用いその偏差値としてもよいし、輝度変化ベクトルの成分和、すなわち以下の数16で計算した値※

$$H[j][i] = (1 - f2[j][i]) \cdot Hmv[j][i] + f2[j][i] \cdot Hmin[j][i] \quad \dots (\text{数} 17)$$

【0057】

★ ★ 【数18】

$$f2[j][i] = f0 + (1 - f0) \cdot \sigma0 \cdot \sigma0 / (\sigma0 \cdot \sigma0 + \gamma \cdot \gamma \cdot \sigma[j][i] \cdot \sigma[j][i]) \quad \dots (\text{数} 18)$$

【0058】ただし、 $Hmin[j][i]$ は最小変化方向に平滑化した値を意味し、 $Hmv[j][i]$ は最小変化方向と所定の角度ずれた方向に平滑化した値を意味し、 $\sigma0$ は画像のノイズの標準偏差に比例する量を計算した値を意味し、 $\sigma[j][i]$ は画像のi行j列点の近傍の輝度変化を捉えた量を意味し、 $H[j][i]$ は出力値であり、 γ と $f0$ は所定のパラメータ値である。

【0059】図4で示した手順と同じ結果を得る手順も各種存在する。例えば、ステップ104で最小変化方向の非線形平滑化をした直後に最小方向と所定の角度ずれた非線形平滑化を行い、さらに画像各点近傍の輝度変化を捉えた量を計算し、その値に応じて重み付け平均を行☆50

*の輝度変化の量を捉えた値に応じて、ステップ104で求めた最小変化方向に平滑化した値とステップ105で求めた最小変化方向と所定の角度ずれた方向に平滑化した値の重みを変えた重み付け平均を行う。

【0049】ここで、ステップ105の具体的方法について説明する。ステップ103で求めた最小変化方向と所定の角度ずれた方向を求める計算は以下のように行うことができる。ただし、方向は1からdnあり、各々次の数字は隣の方向を意味し、dn方向と1方向は隣りあうとする。また、所定の角度ずれた方向はdshift数がずれた方向であるとする。このとき、 $dmin[j][i]$ とdshift数のずれた方向である $dminshift[j][i]$ は、以下の数15で計算できる。

【0050】

※としてもよいし、ボカした輝度変化ベクトルの成分和としてもよい。

【0053】

20 【数16】

$$\sigma[j][i] = \sum_{d=1}^{dn} s[d][j][i] \quad \dots (\text{数} 16)$$

【0054】ただし、 $S[d][j][i]$ はi行j列の点における輝度変化ベクトルのd方向の成分値、 $\sigma[j][i]$ は、画像のi行j列点の近傍の輝度変化を捉えた量である。

【0055】以上のように入力画像各点近傍の輝度変化を捉えた量を計算し、その値に応じて重み付け平均を行う具体的な方法は各種ある。たとえば、以下の数17～数18で示すような計算の仕方がある。

【0056】

【数17】

☆い、以上の $Hmin[j][i]$ や $Hmv[j][i]$ を記憶することを省くこともできる。また、ステップ105では、非線形平滑化を行ったが、単に最小変化方向の1次元の和を取った平滑化などを行うことができる。

【0060】最後に本発明の第3の実施例について説明する。第3の実施例は、特に平滑化のしすぎとの問題点の解決に主眼がおかれたものである。

【0061】図1は本発明第3の課題を解決する手順を示した図であり、以下、図1の番号をステップ番号として説明する。なお、ステップ101～ステップ106までは、第2の実施例をの説明と同一のため、説明を省略する。

11

【0062】ステップ107では、ステップ106で得られた結果画像と入力画像を重み付き平均する。

【0063】次に、ステップ107の具体的な方法について説明する。重み付き平均の重みの取り方は各種ある。例えば、ステップ106の結果画像を80%、入力画像を20%にしたり、ステップ106の結果画像を90%、入力画像を10%にしたり、好みに応じて適切な値にすることができる。また、画像全体で同じ重みで両者の重み付き平均をしてもよいし、ステップ106で行ったように適当な統計量を基準に重みを変えた平均を行うこともできる。

【0064】第2の実施例中では、ステップ105で最小変化方向と所定の角度ずれた方向に平滑化したが、別の角度ずれた方向に平滑化したデータを混ぜてもよい。例えば、45度ずれた方向に平滑化したデータと-45度ずれた方向に平滑化したデータの平均を用いてもよいし、45度ずれた方向に平滑化したデータと22.5度ずれた方向に平滑化したデータの重み付き平均を行ってもよい。

【0065】また、ステップ102でボケた輝度変化ベクトルを作成し、ステップ103でボケた輝度変化ベクトルの成分値が最小となる方向を最小変化方向としたが、その代わりに従来技術(2)を用い、入力画像をボかし、ボケ画の輝度変化ベクトルの成分が最小値となる方向を最小変化方向としてステップ104以後の処理を行うこともできる。

【0066】

【発明の効果】第1の実施例では、ノイズによって画像の本来ある構造の最小変化方向を検出しにくくなった場合に、画像の本来ある構造の最小変化方向を検出する精度が向上し、より微細な構造も検出できる効果がある。

12

【0067】また、第2の実施例では、本発明の第1の実施例を実施した場合に生じる画像平坦部のモアレを低減する効果がある。

【0068】さらに、第3の実施例では、本発明の第2の実施例を実施した場合に平滑化のしすぎがある場合において、平滑化のしすぎを是正する効果がある。

【0069】以上の通り、本発明によれば、ノイズを低減し、かつ、画像の特徴を保存したエッジ部のきれいな画像が得られるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第3の実施例の手順を示す図である。

【図2】従来技術の手順を示す図である。

【図3】本発明の第1の実施例の手順を示す図である。

【図4】本発明の第2の実施例の手順を示す図である。

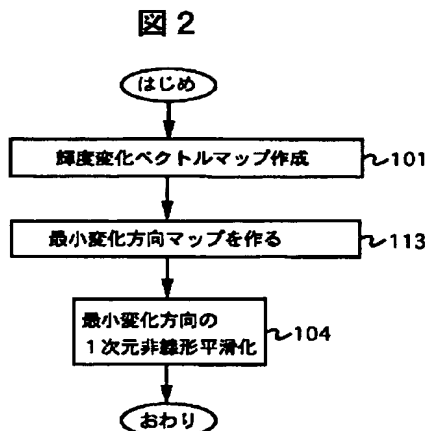
【図5】輝度変化を評価する方向とサンプリング点の例を示す図である。

【図6】輝度変化を評価する方向とサンプリング点の別の例を示す図である。

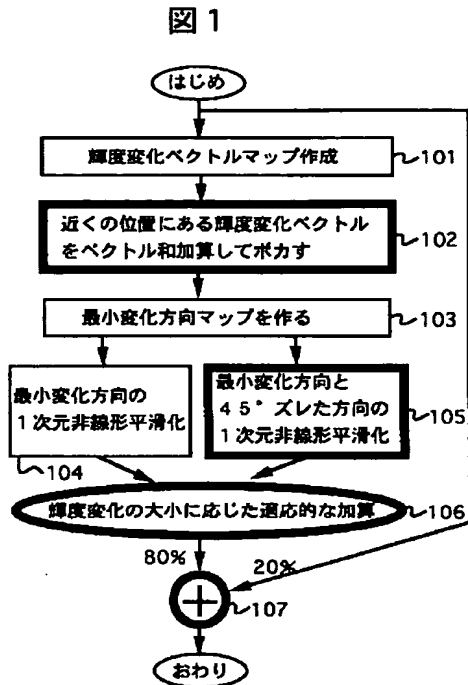
【符号の説明】

101…輝度変化ベクトルを作成するステップ、102…ボケた輝度変化ベクトルを作るステップ、103…ボケた輝度変化ベクトルから最小変化方向を求めるステップ、104…輝度変化ベクトルから最小変化方向を求めるステップ、105…最小変化方向に平滑化するステップ、106…最小変化方向と所定の角度ずれた方向に平滑化するステップ、107…輝度変化の大小に応じて最小変化方向に平滑化したデータと最小変化方向と所定の角度ずれた方向に平滑化したデータを重みづけ平均するステップ、108…ステップ107の結果と入力画像の重みづけ平均をするステップ

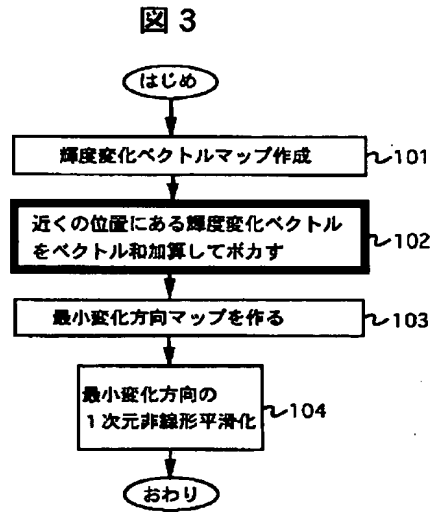
【図2】



【図1】

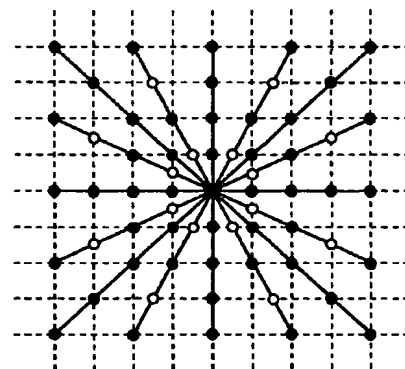


【図3】



【図5】

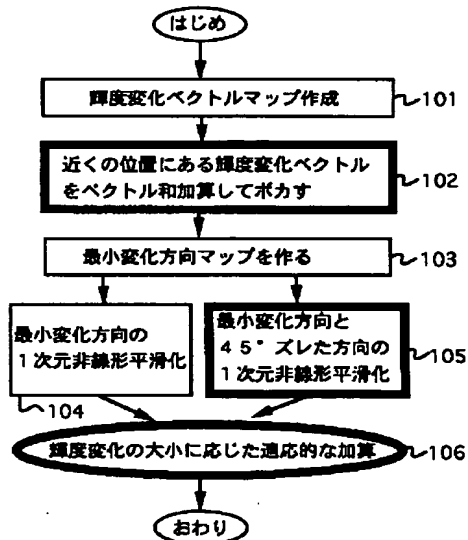
図5



● 画像上のサンプリング点
○ 補間を要するサンプリング点

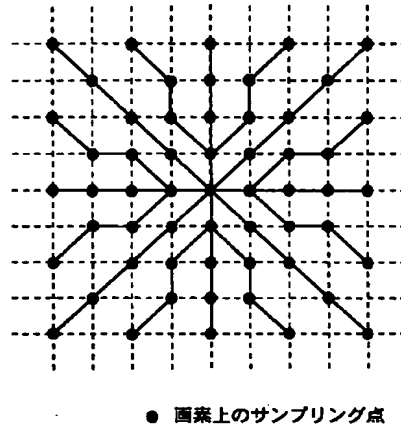
【図4】

図4



【図6】

図6



フロントページの続き

(72)発明者 佐野 耕一
神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株
式会社日立製作所システム開発研究所内